

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПЕРЕРЫВОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**Т. А. Маляренко, Г. А. Рудченко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

*Выполнено обобщение методических подходов к экономической оценке надежности электроснабжения сельских потребителей. Выявлена необходимость учета комплекса критериев надежности при проведении экономической оценки перерывов электроснабжения сельских потребителей.*

На современном этапе развития экономики наряду с вопросами совершенствования технологий все большую актуальность приобретают вопросы надежного и бесперебойного энергоснабжения предприятий. Под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

**Цель работы** заключается в обобщении методических подходов экономической оценки надежности электроснабжения сельских потребителей. Известно, что для повышения надежности необходимо вкладывать определенные средства. При этом снижаются убытки потребителей из-за перерывов электроснабжения и простоя

оборудования, возрастает эффективность производства. За оптимальный уровень надежности электроснабжения примем точку, в которой равны значения первых производных от функции затрат на повышение надежности и эффективность производства потребителей, т. е. точку, где суммарные затраты на повышение надежности, текущие эксплуатационные затраты и ущербы от перерывов электроснабжения имеют минимальные значения (рис. 1).

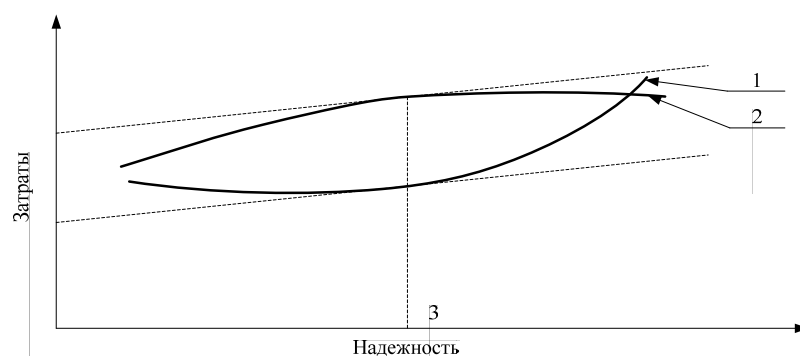


Рис. 1. Функция надежности (эффективности):  
1 – затраты на повышение надежности; 2 – эффективность производства потребителей; 3 – точка оптимальной надежности

Здесь максимальный экономический эффект достигается тогда, когда дополнительные затраты на повышение надежности равны (или меньше) дополнительным выгодам, получаемым потребителем. Представленные функции отражают лишь общий подход к оценке экономической эффективности мероприятий по надежности и не являются строгими математическими моделями. Поэтому критерием, определяющим выбор варианта, являются технико-экономические показатели. К ним относятся частота, продолжительность и общее количество перерывов электроснабжения, а также вероятность безопасной работы. Методические подходы к экономической оценке перерывов электроснабжения сельских потребителей представлены в таблице.

#### Методические подходы к экономической оценке надежности

Подход к оценке	Расчетная формула
Расчет ущерба от перерывов электроснабжения	$Y = P(a + bt + ct^2), \quad (1)$ <p>где <math>P</math> – отключенная мощность, кВт; <math>t</math> – время перерыва, ч;  <math>a, b, c</math> – коэффициенты, зависящие от типа производства,  т. е. удельные величины стоимости перерывов</p>
Расчет стоимостных показателей надежности	$K_c = \frac{1}{Ct}, \quad (2)$ <p>где <math>K_c</math> – стоимостной показатель надежности – величина, обратная произведению стоимости распределительной сети, из расчета на одного потребителя или на 1 кВА нагрузки <math>C</math>, на среднюю продолжительность перерыва <math>t</math>, <math>K_c \rightarrow \max</math>.</p> $K_3 = \frac{\Delta C}{\Delta t}, \quad (3)$ <p>где <math>K_3</math> – показатель эффективности затрат, <math>K_3 \rightarrow \min</math></p>

Окончание

Подход к оценке	Расчетная формула
Оптимизация по минимуму приведенных затрат	$ПЗ = И + ЕК + У \rightarrow \min, \quad (4)$ <p>где И – годовые текущие затраты; Е – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (цена капитала); К – капитальные затраты; У – ущерб от перерывов электроснабжения</p>
Расчет затрат на повышение надежности электроснабжения	$З_n = У + З_d, \quad (5)$ <p>где <math>З_n</math> – ежегодные затраты для потребителя, направленные на повышение надежности электроснабжения; У – стоимость ущерба от перерывов электроснабжения (определяется по первому методу); <math>З_d</math> – дополнительные затраты на модернизацию электрооборудования</p>

1. Формула (1) носит общий характер и наиболее полно отражает влияние потерь производства при перерывах электроснабжения, может быть использована в расчетах оптимизации надежности распределительных сетей. Третье слагаемое (1) выражает ущерб, зависящий от квадрата времени перерыва, и характеризует чувствительность технологии потребителей к перерывам. Например, на животноводческих комплексах, в помещениях с искусственным микроклиматом, даже незначительная длительность перерыва вызывает уменьшение выхода продукции (уменьшение привеса, удоев и т. д.), продолжительный перерыв может привести к гибели сотен животных. Здесь необходимо иметь обоснованные нормативы, устанавливающие зависимость ущерба от частоты и длительности перерывов электроснабжения для сельскохозяйственных потребителей.

2. Попытка разработки достаточно простого и наглядного в проектных расчетах критерия количественного сравнения вариантов исполнения сети вызвана возрастающим требованием надежности и увеличивающимися затратами в сети. Если соответствие между надежностью и стоимостью трудно измерить и тем более достигнуть, то может быть предложена методика расчета предопределенного уровня надежности. Сущность ее заключается в вычислении показателей надежности, характеризующих частоту и длительность перерывов электроснабжения (2).

Показатель  $K_C$  представляет собой меру качества проекта распределительной сети, выраженную сочетанием стоимости и надежности. При выборе вариантов проекта выбирается тот, который характеризуется максимальным значением  $K_C$ . Показатель  $K_3$  (3) характеризуется отношением изменения стоимости на одного потребителя (или на 1 кВА нагрузки)  $\Delta C$  к изменению показателя средней продолжительности отключения  $\Delta t$ . Поэтому чем меньше показатель  $K_3$ , тем более эффективен в стоимостном выражении проект, повышающий надежность электрической сети. При анализе показателей  $K_C$  и  $K_3$  следует отметить, что проект с лучшим значением  $K_C$  не обязательно может иметь наименьший  $K_3$ . В этом случае для проведения более наглядного сравнения вариантов расчета показатель  $K_C$  можно выразить в долях базовой его величины:

$$\Delta K_c = \frac{K_c}{K_{c6}},$$

где  $K_{c6}$  — значение показателя базового варианта электрической сети.

3. Метод оптимизации по критерию минимума приведенных затрат в условиях рыночной экономики оказался крайне ограниченным. Основным недостатком критерия минимума приведенных затрат следует считать, что он не позволяет учитывать объем производственной программы, реализацию продукции и ее качества. Поэтому оценка сравнения эффективности вариантов вложений должна строиться не по критериям минимума приведенных затрат, а по максимуму ожидаемого эффекта, т. е. прибыли. Предложена расчетная формула для определения приведенного эффекта различных проектных решений при выборе оптимального варианта:

$$\mathcal{E}_n = N[\Pi - (C + E_n K_3)] \rightarrow \max,$$

где  $\mathcal{E}_n$  — показатель приведенного эффекта, который выступает в качестве сравнительной экономической эффективности;  $N$  — годовой объем производства продукции;  $\Pi$  — цена реализации единицы продукции;  $C$  — себестоимость годового объема производства;  $E_n$  — коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;  $K_3$  — капитальные затраты.

4. Для пояснения этого метода воспользуемся рис. 2, где ущерб  $Y$  (5) представлен линейной функцией.

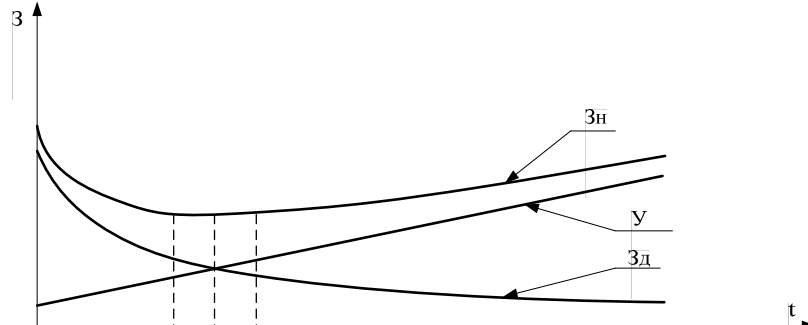


Рис. 2. Зависимость ежегодной стоимости ущерба ( $Y$ ) от недоотпуска электроэнергии и дополнительных затрат ( $З_d$ ) на повышение надежности от средней ежегодной длительности перерывов электроснабжения

Зависимость дополнительных затрат  $З_d$  от длительности перерывов имеет вид падающей гиперболической кривой, сокращение каждого последующего времени перерыва (интервала) будет достигаться все с большими затратами (рис. 2). Зависимость ежегодной стоимости ущерба ( $Y$ ) от недоотпуска электроэнергии и дополнительных затрат ( $З_d$ ) на повышение надежности наблюдается от средней ежегодной длительности перерывов электроснабжения. Суммарная кривая, условно представляющая стоимость надежности ( $З_n$ ), имеет четко выраженный минимум. Проектные варианты, лежащие вблизи этого минимума, представляют собой оптимальную надежность электроснабжения объекта. Расстояние выбранного варианта от оптимума характеризуется соотношением минимальных затрат  $З_{min}$  (оптимальное значение)

и затрат, связанных с надежностью по выбранному варианту, т. е.  $\lambda = \frac{3_{\min}}{3_{\text{в}}}$ . Практически допустимым вариантом будем считать вариант, имеющий  $\lambda \geq 0,9$ .

Проведенное исследование позволяет заключить, что при экономической оценке перерывов электроснабжения сельских потребителей следует учитывать во взаимосвязи комплекс критериев надежности: капитальные вложения, направленные на повышение надежности электрических сетей (автоматизация, модернизация электрооборудования и др.), прогнозирование затрат на надежность с учетом развития сетей и строительства резервных линий, а также определение ущербов, вызванных перерывами электроснабжения.